

Zeitschrift:	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri
Herausgeber:	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
Band:	28 (1950)
Heft:	3
Artikel:	Ausbau des Landessenders Beromünster auf eine unmodulierte Antennenleistung von 100...200 kW
Autor:	Affolter, Hans
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-874357

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

composés de caractères alphabétiques connus, lisibles sans apprentissage spécial. Il est fort possible qu'une fois diffusé, cet appareil contribuera au rétablissement usuel d'un néo-phonétisme.

Néanmoins, le sténo-sonographe sera probablement d'un prix inférieur au typo-sonographe et il conservera parallèlement ses propres champs d'application. Entre autres, il présentera l'avantage de transcrire n'importe quel langage à l'aide d'un nombre restreint de signes analytiques naturels, qui seront moins difficiles à déchiffrer que les signes sténographiques actuels.

Les applications des sonographies ne sont pas limitées aux transcriptions de langages parlés en langages écrits: ils peuvent servir à l'analyse de n'importe quelle partie de n'importe quel son.

En remplaçant par exemple les six résonateurs phonétiques, dont les fréquences sont comprises entre 100 et 4000 Hertz, par d'autres résonateurs, tels que par exemple vocaux, dont les fréquences seraient comprises entre 100 et 600 Hertz, le sonographe analyserait la hauteur de voix d'un parleur ou d'un chanteur.

D'autres applications possibles résident dans les diverses formes de télécommande. Ainsi la sélection des téléphones automatiques pourrait être commandée par la voix, des télegrammes pourraient être écrits oralement.

Il serait oiseux d'allonger ici la liste des possibilités, qui sont aussi illimitées que celles des langages parlés et des sons en général.

8. Exemples de sonogrammes et résultats expérimentaux actuels

Les sonogrammes associés sont écrits directement par le premier sténo-sonographe phonétique, type SSP 62, ici présenté. Cet appareil a été réalisé à l'Ecole des Arts et Métiers, Genève (Ecole d'Horlogerie), grâce au concours infatigable de Monsieur Georges Kung et de ses élèves. Certaines parties du scripteur ont été étudiées par les Ateliers *H. Latour*, Genève.

Bibliographie

- J. Dreyfus-Graf. Sur les spectres transitoires d'éléments phonétiques (analyse sonographique). (Compte rendu des communications à la séance de la Société Suisse de Physique du 6 septembre 1946 à Zurich.) Helvetica Physica Acta **19**, 1946, Fasc. VI/VII, p. 404...408.
- J. Dreyfus-Graf. Physique des liaisons I. La théorie ellipsoïdale des liaisons ondulatoires. Lausanne 1946.
- J. Dreyfus-Graf. Le sonographe: éléments et principes. Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik 1948, № 12, p. 353...362.
- A. von Muralt. Die Signalübermittlung im Nerven. Basel 1946.
- J.-G. Février. Histoire de l'écriture. Paris 1948.
- Leopold Stein. The infancy of speech and the speech of infancy. London 1949.

Adresse de l'auteur: Jean Dreyfus-Graf, Ing. dipl. E. P. F., 5, av. Grenade, Genève.

Ausbau des Landessenders Beromünster auf eine unmodulierte Antennenleistung von 100...200 kW

Von Hans Affolter, Bern

621.396.712 (494)

Zusammenfassung. In den Jahren 1947...1949 wurde im Landessender Beromünster von der Firma Brown, Boveri & Cie. in Baden/Aargau eine neue Sendeanlage mit einer unmodulierten Antennenleistung von 100...200 kW installiert. Der Verfasser gibt einleitend die im Pflichtenheft der PTT-Verwaltung gestellten technischen Forderungen bekannt und beschreibt in der Folge kurz die Hochspannungs- und Mutatorenanlagen, die Wasserkühllanlagen sowie die neue Senderanlage. Abschliessend werden die Resultate der Abnahmemessungen bekanntgegeben. Die Anlage entspricht den modernsten Erkenntnissen im Grosssenderbau.

Nach dem zweiten Weltkrieg musste daran gedacht werden, für die bestehenden Sender neue, dem heutigen Stand der Technik angepasste Anlagen zu schaffen. Anderseits mussten Reserveeinrichtungen bereitgestellt werden, damit bei Störungen die Betriebsausfälle auf ein Minimum reduziert werden können. Die Aufträge für den Ausbau unseres Landessenders Beromünster, wie auch der anderen Sender, wurden unter die schweizerische Industrie verteilt.

Im Jahre 1946 erhielt die Firma Brown, Boveri & Cie. in Baden, Aargau, von der Generaldirektion PTT den Auftrag, für den Landessender Beromünster eine neue, zwischen 100...200 kW Antennenleistung regulierbare Sendeanlage zu erstellen.

Résumé. Au cours des années 1947 à 1949, la maison Brown, Boveri & Cie, à Baden/Argovie, a établi à l'émetteur national de Beromünster une nouvelle installation émettrice d'une puissance d'antenne non-modulée de 100 à 200 kW. Au début de son article, l'auteur fait connaître les exigences techniques stipulées dans le cahier des charges de l'administration des PTT et décrit ensuite brièvement les installations haute tension et les mutateurs, les installations de réfrigération de même que la nouvelle installation émettrice. Pour terminer, il fait connaître les résultats des mesures faites à la réception des appareils. L'installation répond aux notions les plus modernes d'un grand émetteur.

Die Kredite für die erforderlichen Gebäude wurden im Jahre 1947 durch die eidgenössischen Räte bewilligt. Die Projektierung und Bauleitung wurden in Zusammenarbeit mit der Hochbauabteilung der GD PTT und der Eidgenössischen Baudirektion durchgeführt. Im August 1947 wurde mit den Bauarbeiten begonnen, und im Juni 1949 waren die Gebäude fertig erstellt. Die Räumlichkeiten wurden so dimensioniert, dass sie für längere Zeit unseren Ansprüchen genügen sollten. Figur 1 gibt eine Gesamtansicht der neuen Anlage.

Im folgenden sind die elektrischen und mechanischen Einrichtungen der neu erstellten Anlage näher beschrieben.

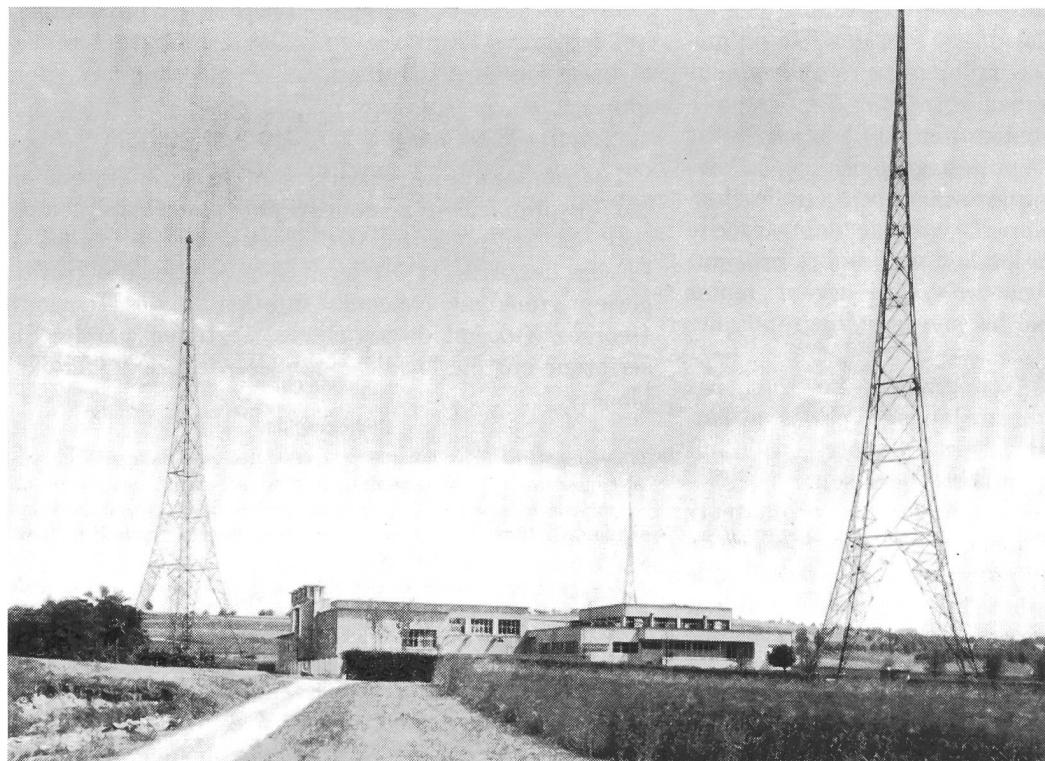


Fig. 1.
Gesamtansicht des Landessenders Beromünster
Im Hintergrund der 215 m hohe Blosenbergturm

Technische Daten, wie sie im Pflichtenheft der Lieferfirma durch die PTT zugrunde gelegt wurden
Trägerwellenleistung, einstellbar von 100...200 kW, unmoduliert.

Frequenzband = 520...1580 kHz.

Modulationstiefe = 100%.

Frequenzgang 50...8000 Hz = ±1,3 db.

Frequenzgang 30...10 000 Hz = ±2,0 db.

Trägerwellengeräusch, bezogen auf 100% Modulation, mit Ohrkurvensieb gemessen = -60 db.

Klirrfaktor bei 90% Modulation = maximal 3%.

Stabilität der Trägerfrequenz besser als = ± 2 Hz vom Sollwert.

Totaler Wirkungsgrad der Anlage bei 200 kW Antennenleistung = 40,8%.

Hochspannungs- und Mutatorenanlage

Die Primärenergie wird dem Landessender Beromünster von den Centralschweizerischen Kraftwerken über zwei voneinander unabhängige Starkstromleitungen von 11 kV Betriebsspannung zugeführt. Beide Leitungen sind an zwei getrennten Speisepunkten angeschlossen. Im Störungsfalle kann in kürzester Zeit auf die Reserveleitung umgeschaltet werden.

Die vom Netz bezogene elektrische Energie wird auf der Hochspannungsseite gemessen und den 100-kVA-Transformatoren, 11 kV/380/220 Volt, zugeführt. Auf der Sekundärseite wird die Spannung auf die verschiedenen Hilfsbetriebe verteilt. Alle notwendigen Schaltapparate sind in gekapselter Form auf einer Schalttafel montiert.

Die Mutatortransformatoren werden über Ölschalter von den Hochspannungssammelschienen gespeist.

Auf der Vorderseite der Verteilanlage ist ein Schaltbild angebracht, auf dem die jeweiligen Schaltstellungen genau verfolgt werden können.

Wichtige Teile einer Sendeanlage sind die Mutatoren. Diese haben die Aufgabe, den aus der Hochspannungsanlage bezogenen Wechselstrom in hochgespannten Gleichstrom umzuwandeln, der für die Speisung der Anoden dient. Für die Erzeugung der Anodenspannung sind in der beschriebenen Anlage drei Mutatoren notwendig:

1. 10-kW-Vorstufe, pumpenloser Mutator = 8 kV
2. 200-kW-HF-Endstufe, gittergesteuerter Mutator = 11 kV
3. 160-kW-NF-Endstufe, gittergesteuerter Mutator = 19 kV

Durch einfache Umschaltvorrichtungen können die Mutatoren wahlweise auf die neue oder die alte Sendeanlage geschaltet werden. In Störungsfällen kann so in kürzester Zeit der Reservemutator in Betrieb genommen werden.

Als Gleichstromquellen für die Anodenspannungen in Sendeanlagen wurden in den letzten 15 Jahren meistens robuste gittergesteuerte Eisengleichrichter verwendet, die in der Regel jahrelang gut funktionierten und selten geöffnet werden mussten.

In neuerer Zeit werden als Gleichrichter gittergesteuerte Quecksilberdampfröhren verwendet, deren Erstellungskosten etwas billiger sind als die Eisen-Gleichrichter. Wie sie sich bewähren, das werden die Betriebserfahrungen zeigen. Die Anordnung der Hilfsbetriebe im Untergeschoss ist aus Figur 2 und 3 b ersichtlich.

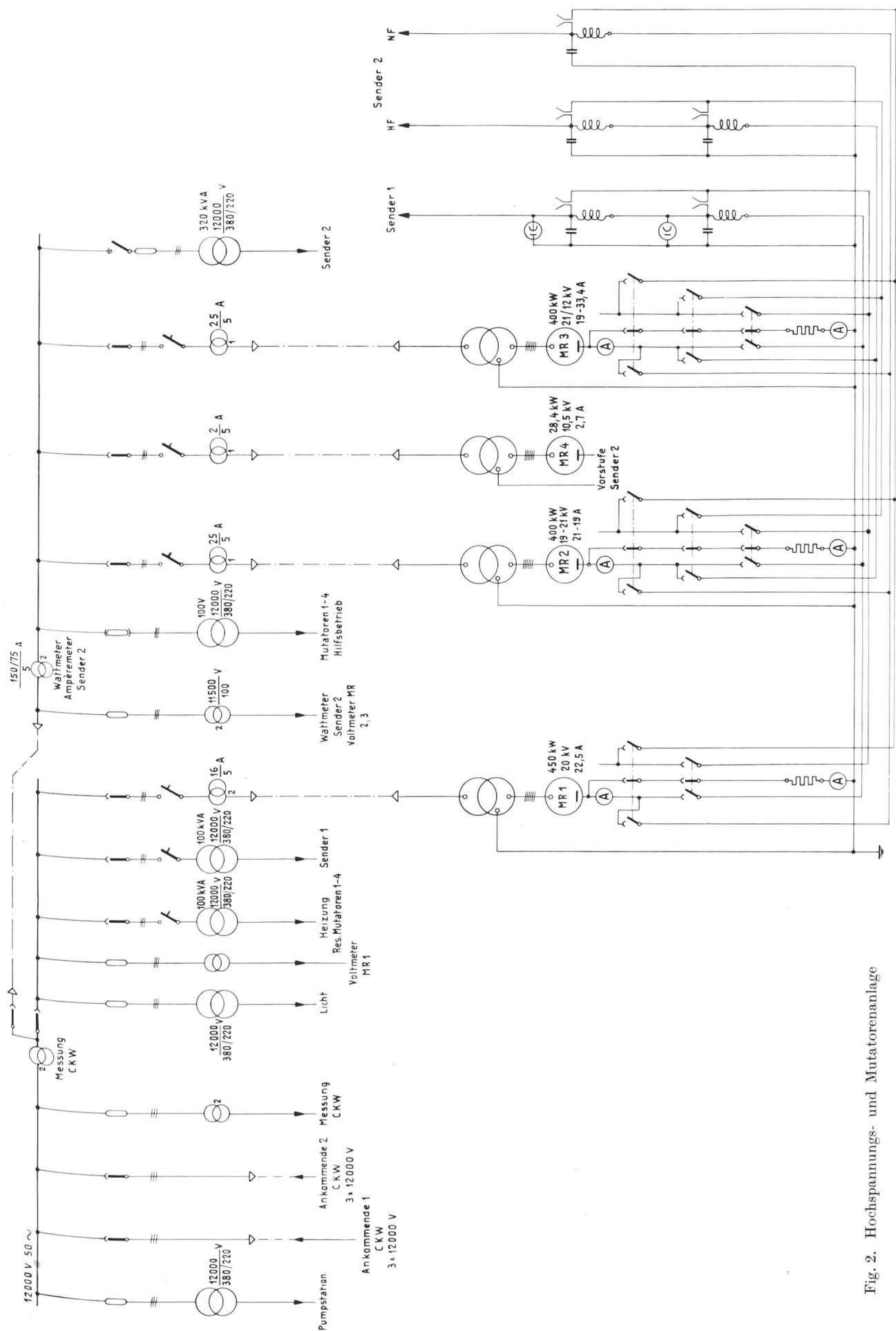


Fig. 2. Hochspannungs- und Mutatorenanlage

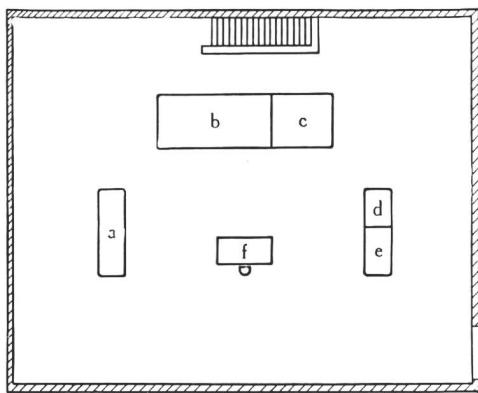


Fig. 3a. Anordnung der Einheiten im Sendesaal

- a = HF-10-kW-Stufe (vgl. Fig. 5)
- b = HF-100...200-kW-Stufe
- c = NF-160-kW-Stufe
- d = NF-Vorstufe
- e = Gleichrichter für NF-Vorstufe
- f = Kommandopult

Wasserkühllanlagen

In einem Großsender entstehen beträchtliche Anoden-Verlustleistungen, die, entsprechend der Bauart der Senderöhren, durch Luft oder Wasser abgeführt werden müssen. Ältere, gittermodulierte Sender weisen einen Anoden-Wirkungsgrad von $33\frac{1}{3}\%$ auf, so dass zwei Drittel der aufgewendeten Anodenleistung in Wärme umgesetzt wird. Für eine ausgestrahlte Antennenleistung von 100 kW beträgt demnach die Anoden-Verlustleistung 200 kW. Der Gesamtwirkungsgrad einer Station beträgt ungefähr 22%.

Bei modernen anodenmodulierten Sendern sind die Verhältnisse wesentlich günstiger; die Verluste sinken ungefähr auf die Hälfte, wie dies aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich ist.

% Modulation	Anoden-Verlustleistung	
	Anoden-Modulation-Endstufe	Gitter-Modulation in der Vorstufe
0	92 kW	200 kW
50	103 kW	
100	120 kW	

Der Gesamtwirkungsgrad der Station beträgt somit ungefähr 40...42 %.

Im folgenden sind die Wasserkühllanlagen näher beschrieben (siehe Fig. 4).

Als Kühlwasser wurde bis heute Regenwasser, das auf dem Kupferdach des Stationsgebäudes gesammelt wurde, verwendet. Regenwasser besitzt einen höheren spezifischen Widerstand als gewöhnliches Brunnenwasser, und sein Gehalt an Kalk ist viel geringer. Neuerdings wird das Regenwasser zur Steigerung des spezifischen Widerstandes noch destilliert.

Aus nachstehender Zusammenstellung sind die entsprechenden Widerstandswerte ersichtlich:

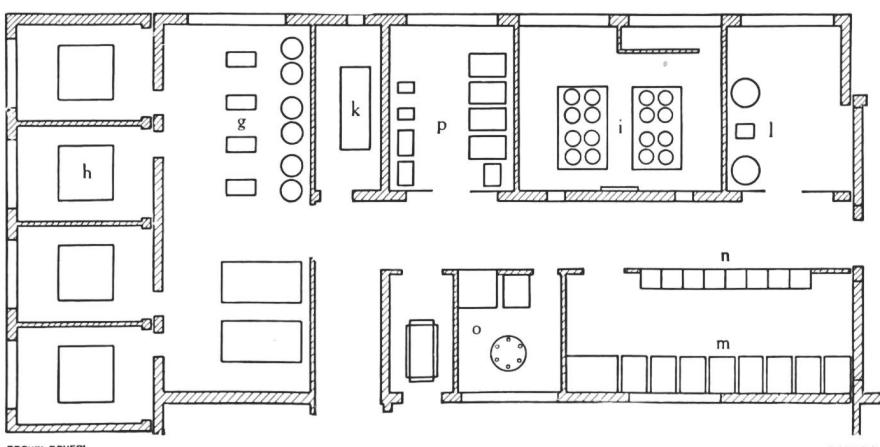
Gewöhnliches Brunnenwasser . . .	ca. 7 000 Ω/cm^3
Regenwasser	ca. 15 000 Ω/cm^3
Destilliertes Wasser	ca. 60 000 Ω/cm^3

Der im Wasser enthaltene Kalk schlägt sich an der wärmsten Stelle der Röhre, das heißt im Kühl- system der Anode, nieder. Bei Verwendung von Regenwasser muss diese Kalkschicht alle 300...400 Betriebsstunden durch Eintauchen in eine 10%ige Salzsäurelösung entfernt werden. Bei Verwendung von destilliertem Wasser beträgt die Betriebszeit ungefähr 1000 Brennstunden, ohne dass die Röhren gereinigt werden müssen.

Figur 4 zeigt die schematische Darstellung des Kühlwassersystems. Das Regenwasser wird auf dem Dach des Stationsgebäudes gesammelt und durch einen Filter den zwei Wasserreservoirs zugeführt, von wo es in zwei Betriebstanks aus rostfreiem Stahl gepumpt wird. Eine Pumpe von ungefähr 500 Min./Liter Fördermenge pumpt das Kühlwasser über Winddruckkessel zu den Röhren. Das um ungefähr 12°C erwärmte Kühlwasser fließt über die Kühlern und Wärmespeicher in den Betriebstank zurück.

Im Sommer wird die Verlustleistung durch die Kühlanlagen (vier grosse Ventilatoren) ins Freie abgeführt, im Winter wird sie zum Heizen des Stationsgebäudes und der Dienstwohnungen des Personals verwendet.

Die Röhrenfabrikanten stellen meistens die Forderung, dass die Wasseraustrittstemperatur an den

Fig. 3b.
Anordnung der Hilfsbetriebe im Untergeschoss.

- g = Pumpenraum
- h = Rückküller
- i = Isolierkörper
- k = Ventilationsanlage
- l = Modulationstransformator — Drossel und Kondensator
- m = 11-kV-Schaltanlage
- r = 380-Volt-Verteilung
- o = Mutator 11/19 kV
- p = Hochspannungsfilter

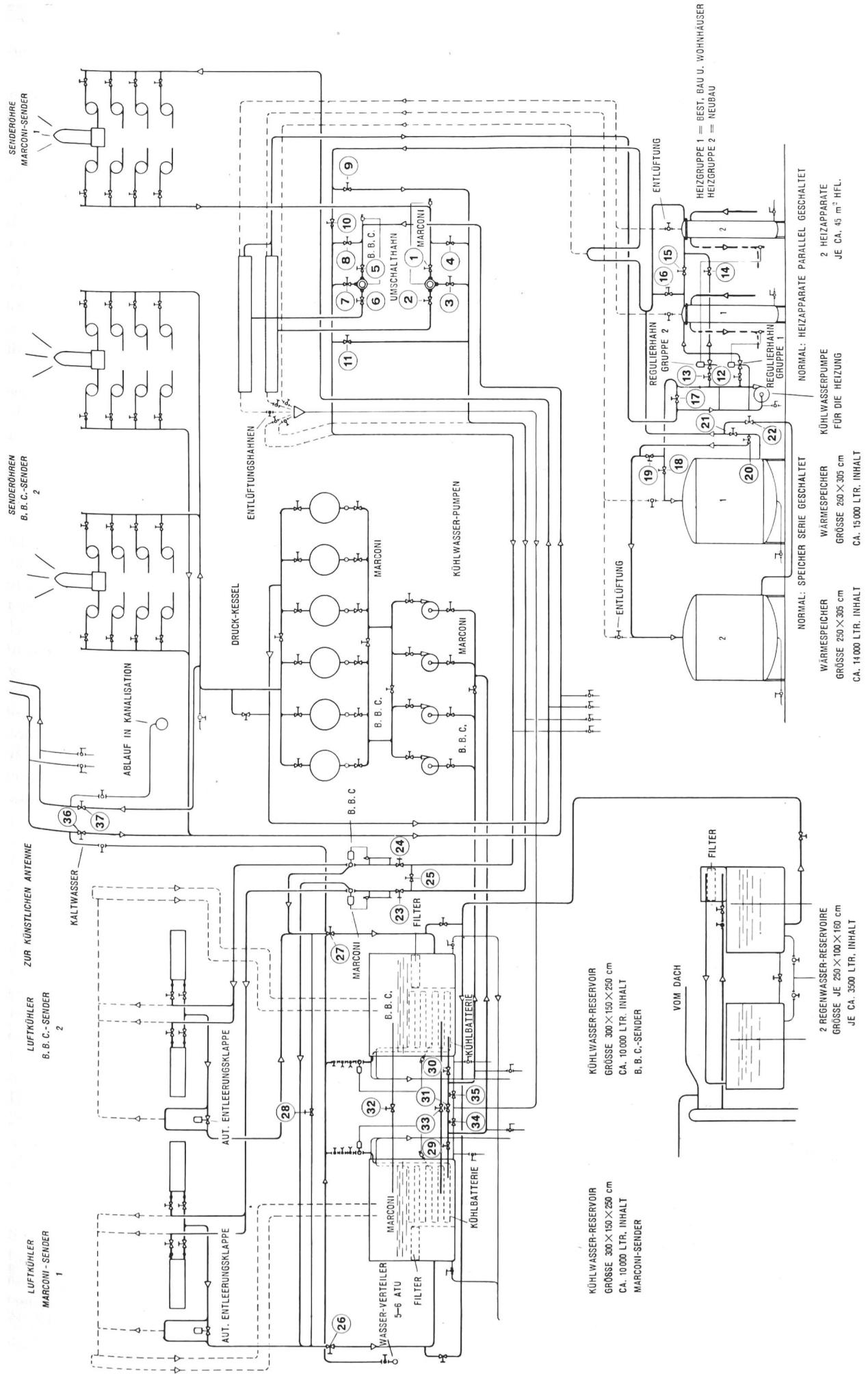


Fig. 4. Schematische Darstellung des Kühlwasser-Systems

Senderöhren 60°C nicht überschreiten dürfe. Um diese Höchstgrenze nie zu übersteigen, sind Temperaturregler eingebaut, die die Ventilatoren automatisch in Betrieb setzen, sobald Wasseraustrittstemperaturen von über 55°C erreicht werden. In den Betriebswassertanks sind Kühlbatterien eingebaut, die durch Frischwasser gespeist sind und bei hohen Aussentemperaturen im Bedarfsfalle als Zusatzkühlung verwendet werden können.

Eine sinnreiche Apparatur schützt die Sendeanlage gegen das Ausbleiben des Kühlwassers, zu hohen Druckanstieg, infolge Durchflussverminderung einer Kühlwasserleitung, oder Bruch einer Wasserspirale. In allen diesen Fällen wird die Anlage automatisch ausser Betrieb gesetzt, um eine Zerstörung der kostbaren Senderöhren auszuschliessen.

Zwischen den Rohrleitungen und den Anoden der Röhren sind Isolierkörper mit einer Wassersäule von ungefähr 15 m eingebaut. Diese Wassersäule hat die Aufgabe, die elektrische Ableitung gegen Erde möglichst klein zu halten (einige mA). Die Anordnung der Kühlwasseranlagen im Untergeschoss ist aus Figur 3 b ersichtlich. Für alle Pumpen, Ventilatoren, Druckkessel und Wasserreservoirs sind Reserveeinrichtungen vorhanden, die im Notfall in Betrieb gesetzt werden können.

Sendeanlage, regulierbar von 100...200 kW

Aus den Fig. 3a und 5 ist die Anordnung der Senderstufen im neuen Sendesaal ersichtlich. Links ist der Schrank der HF-Vorstufe, in dem die unmodulierte HF-Leistung erzeugt und auf 10 kW verstärkt wird. Im Schrank rechts ist die NF-Vorstufe untergebracht. In der Mitte befindet sich die HF- und NF-

Endstufe, von welcher die modulierte HF-Leistung über konzentrische HF-Kabel von 78Ω Wellenwiderstand den Antennentürmen zugeführt wird. In der Mitte der Senderschränke, mit guter Sicht auf alle Senderstufen, steht das Kommandopult. Von dieser zentralen Stelle aus kann die Anlage durch Fernsteuerung in Betrieb gesetzt und überwacht werden. Alle wichtigsten Überwachungsinstrumente, wie Voltmeter, Aussteuerungsanzeiger und Temperaturmess-Einrichtungen, sind in gut übersichtlicher Anordnung auf dem Kommandopult montiert. Auf den wagrechten Tischplatten, links und rechts vom Sitzplatz des Sender-Beamten, befinden sich die Druckknöpfe für die Fernbedienung der Anlage.

Eine automatische Telephonanlage ermöglicht über Dienstleitungen eine rasche Verbindung mit den Studios und den Dienststellen der PTT-Verwaltung.

Figur 6 zeigt uns den schematischen Aufbau des Senders. Die einstellbare Wellenlänge beträgt 190...580 m, entsprechend einem Frequenzbereich von 1580...520 kHz.

Der Sender ist auch mit einem gewöhnlichen L/C-Oszillator mit einer Frequenzkonstanz von ungefähr 100 Hz ausgerüstet. Dieser Oszillator steht für Versuche, die einen schnellen Wellenwechsel erfordern, zur Verfügung. Für den Betrieb wird ein hochstabiler Quarzoszillator verwendet, der eine Frequenzkonstanz von ± 1 Hz aufweist. Nach dem *Vertrag von Kopenhagen* wird für Rundspruchsender im Mittelwellenband eine Frequenzstabilität von ± 10 Hz vorgeschrieben. Die Frequenzschwankungen der schweizerischen Stationen werden durch die Empfangsstation der PTT-Verwaltung in Châtonnaye ständig überwacht. Eine internationale Kontrollstelle in Brüssel



Fig. 5.
Der neue Sendesaal mit dem Brown-Boveri-Sender, regulierbar von 100...200 kW HF-Leistung

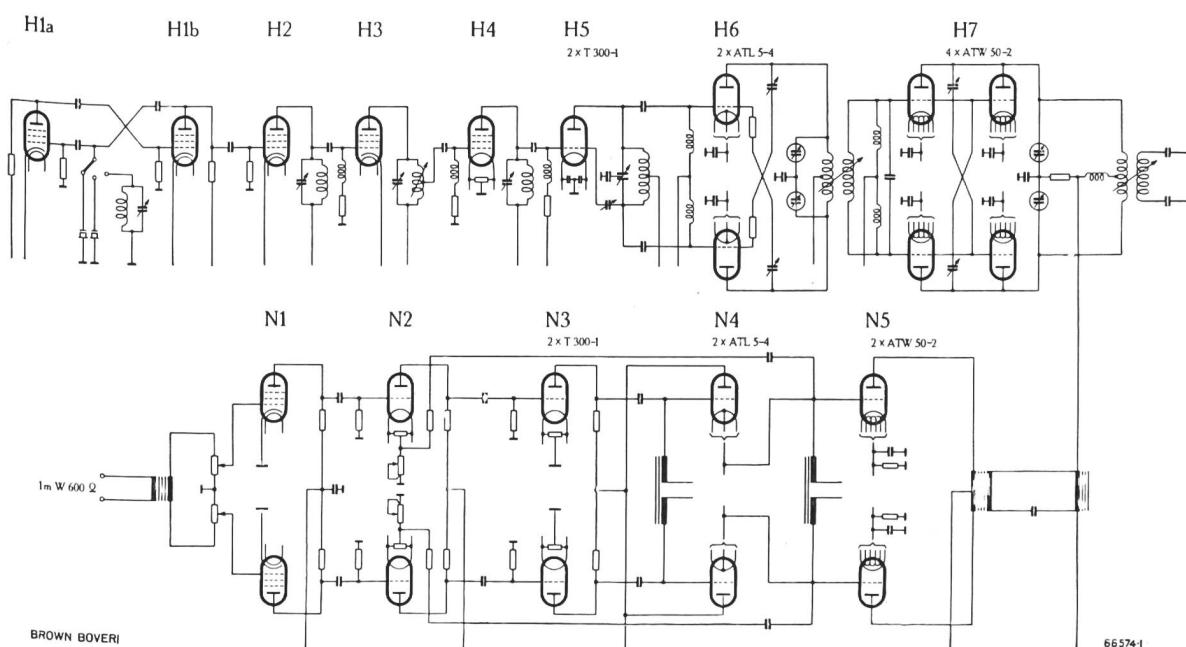


Fig. 6. Schematischer Aufbau des Senders

überwacht alle europäischen Sender und versendet monatlich an alle Verwaltungen einen Kontrollbericht. Der Stolz jedes Betriebsleiters einer grösseren Sendeanlage ist es, die Sendefrequenz möglichst konstant zu halten.

Die durch den Quarzoszillator erzeugten kleinen HF-Ströme werden in 6 HF-Stufen auf eine Leistung von 10 kW verstärkt.

Die Endstufe des 10-kW-Niederlastschrankes ist mit zwei luftgekühlten Brown-Boveri-Trioden, Typ A.T.L. 5-4, ausgerüstet. Die Leistung wird den Gittern der 100...200-kW-Endstufe zugeführt. Diese besteht aus je zwei Röhren des Typs A.T.W. 50, die parallel geschaltet sind. Beide Gruppen arbeiten in Gegentaktschaltung auf den Ausgangskreis des Senders, der aus einem Variometer und zwei Pressgas kondensatoren gebildet wird. Die Leistung wird durch ein kontinuierlich regulierbares Variometer über eine HF-Rohrleitung von 78Ω Wellenwiderstand und einer Durchgangsleistung von 200 kW dem Antennenturm Blosenberg zugeführt. Zwei Abzweigleitungen führen zu den alten Türmen, die als Reserve dienen. Die HF-Rohrleitungen, die in Zusammenarbeit der PTT-Verwaltung mit den Kabelwerken Brugg entwickelt wurden, sind eine Erstausführung und finden in den beiden neuen Anlagen Sottens und Beromünster Verwendung.

Der Niederfrequenzkanal verstärkt die Telephoniesprechleistung von einigen Milliwatt auf die respektable Niederfrequenzleistung von 160 kW. Dazu kommen NF-Transformatoren von grossen Abmessungen zur Anwendung (Höhe = 1,8 m; Durchmesser = 1,0 m). Die Niederfrequenzstufen sind durchgehend als Gegentaktverstärker ausgerüstet.

Die Kathoden der vierten Stufe sind direkt mit den Gittern der NF-Endstufe (Röhrentyp A.T.W. 50) verbunden.

Bei den modernen Sendeanlagen wird meistens die Anoden-Spannungsmodulation in der Endstufe angewendet. Der wesentliche Vorteil dieser Modulationsart liegt darin, dass der Klirrfaktor kleiner ist als bei der Gittermodulation und einen bedeutend höhern Gesamtwirkungsgrad der Anlage ermöglicht (41% an Stelle von 23%). Um den hohen Anforderungen, die in bezug Klirrfaktor gestellt werden, zu genügen, werden Gegenkopplungen zwischen den Kathodenkreisen der vierten und zweiten Stufe angewendet. Die NF-Endstufe ist mit zwei A.T.W.-50-Brown-Boveri-Röhren ausgerüstet, desgleichen sind zwei Reserveröhren, die in Störungsfällen mit einem Handgriff eingeschaltet werden können, im gleichen Schrank eingebaut.

Eine grundsätzliche Neuerung besteht in der Heizung der Senderöhren mit sechsphasigem Wechselstrom. Dadurch fallen die Umformergruppen, die einer sorgfältigen Wartung bedürfen, weg, wodurch der Betrieb viel einfacher wird.

Um bei voller Belastung und ohne Energie auszustrahlen jederzeit Messungen vornehmen zu können, wurde zu der Anlage eine künstliche Antenne mitgeliefert. Dieser rein Ohmsche Belastungswiderstand, bestehend aus zwei wahlweise in Serie oder parallel geschalteten Wassersäulen (entsprechend einem 600- oder 78-Ohm-Abschluss), ist imstande, 300 kW HF-Energie in Wärme umzuwandeln und abzuführen. Der einmal eingestellte Widerstand ist abhängig von der Wassertemperatur, die durch eine automatische Steuerung auf einem konstanten Wert gehalten werden kann.

Um die im Pflichtenheft verlangten Garantiewerte zu kontrollieren, wurden, in Zusammenarbeit mit der Lieferfirma, eingehende Abnahmemessungen durchgeführt. Die wichtigsten Resultate dieser Abnahmemessungen sind nachstehend aufgeführt.

1. HF-Belastung

Der Sender wurde auf die künstliche Antenne belastet und die an den Wasserwiderstand abgegebene HF-Leistung aus der Wassermenge und der Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Austritt mit nachstehender Formel ermittelt:

$$P_{\text{kW}} = \frac{Q \cdot \Delta t \cdot 60}{0.860}$$

Modulation in %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100 %
Klirrfaktor in %	1,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,7	1,9	2,0	2,1	2,6

Garantiewerte: 90% Modulation
3% Klirrfaktor

3. *Klirrfaktor in Abhängigkeit der Modulationsfrequenz*
Modulationsgrad = 80%; Belastung = 200 kW;
 $f = 556 \text{ kHz}$.

Modulationsfrequenz in Hz	Klirrfaktor in %	Modulationsfrequenz in Hz	Klirrfaktor in %
30	—	2 000	2,6
50	2,7	3 000	2,6
75	2,6	4 000	2,6
100	2,3	5 000	2,5
150	2,3	6 000	2,5
200	2,4	7 500	2,5
400	2,5	10 000	2,3
500	2,6		
1000	2,6		

f in Hz	30	50	75	100	150	200	400	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7500	10 000
β in db	+1,5	—	+0,49	+0,347	0,173	—	—	—	—	0,173	0,173	0,173	0,173	0,173	0,347	0,806

Garantiewerte: 50...8 000 Hz ± 1 db
30...10 000 Hz ± 2 db

6. Frequenzstabilität

Die Messungen wurden während 10 Stunden durch die Empfangsstation Châtonnaye durchgeführt. Es wurden folgende Abweichungen von der Sollfrequenz $f = 556 000 \text{ Hz}$ gemessen:

Zeit	15.30	18.00	19.00	21.00	22.00
Einstellwert	-0,6	-0,5	-0,3	+1,2	+2,0 Hz

Eingehende Kontrollmessungen werden noch über längere Zeit fortgesetzt und gegebenenfalls noch Verbesserungen am Oszillator angebracht, bis eine Frequenzstabilität von $\pm 1 \text{ Hz}$ erreicht ist. Voraussetzung zu dieser Forderung ist eine absolute Konstanthaltung der Temperatur im Oszillator.

worin

$Q = \text{Wassermenge in Liter pro Minute} = 170 \text{ Liter}$.

$t = t_A - t_E$ in $^{\circ}$ Celsius.

$t_A = \text{Austrittstemperatur in } ^{\circ} \text{C} = 68,2^{\circ}$.

$t_E = \text{Eintrittstemperatur in } ^{\circ} \text{C} = 51,1^{\circ}$

$\Delta t = 68,2^{\circ} - 51,1^{\circ} = 17,1^{\circ}$.

$$P_{\text{kW}} = \frac{Q \cdot \Delta t \cdot 60}{0.860} = \frac{170 \cdot 17,1 \cdot 60}{0.860} = \underline{\underline{204 \text{ kW}}}$$

2. Klirrfaktor (gemessen mit der General-Radio-Messapparatur)

Modulationsfrequenz = 400 Hz

Belastung = 200 kW

$f = 556 \text{ kHz}$

Über das ganze Frequenzband von 50...10 000 Hz ändert der Wert des Klirrfaktors nur wenig.

4. Geräusch- und Fremdwert

Belastung = 200 kW; $f = 556 \text{ kHz}$.

a) Geräuschwert, gemessen mit Ohrkurvensieb, bezogen auf 100% Modulation = -66,0 db.

b) Fremdspannungswert, bezogen auf 100% Modulation = -60,6 db.

Garantiewert: Besser als -60,0 db, gemessen mit Ohrkurvensieb.

5. Frequenzgang, bezogen auf eine Modulationsfrequenz von 1000 Hz

Belastung 200 kW; $f = 556 \text{ kHz}$; Modulation 80%.

7. Bestimmung der Primär-Leistungsaufnahme in Abhängigkeit des Modulationsgrades

Aus nachstehender Tabelle ist die Primär-Leistungsaufnahme und der Gesamtwirkungsgrad der Anlage, bei einer Antennenbelastung von 200 kW, ersichtlich.

(Siehe 1. Tabelle Seite 103 oben)

Die Messungen haben ergeben, dass bei der Anodenmodulation in der Endstufe für 200 kW Antennenleistung ungefähr gleichviel Energie aus dem Netz bezogen werden muss wie bei einem gittermodulierten Sender für 100 kW Antennenleistung.

8. Bestimmung der Anoden-Verlustleistung bei verschiedenen Modulationsgraden

Belastung 200 kW; $f = 556 \text{ kHz}$.

(Siehe 2. Tabelle Seite 103 oben)

Modulation in %	HF-Leistung künstliche Antenne					Primär-Leistung			Wirkungsgrade	
	t ₁ in °C	t ₂ in °C	Δt in °C	Q in Liter Min./Liter	P _{HF} in kW	Wattmeter P in kW	P Kühlung	P _{Pr} in kW	η gemessen in %	η Garantie in %
0	51	67,5	16,5	170	199	510	26,5	483,5	41,3	40,8
10	51,2	67,8	16,6	170	200	510	26,5	483,5		
20	51,7	68,3	16,6	170	200	515	26,5	488,5		
30	51,9	68,8	16,9	170	204	535	26,5	509,5	40,2	40,9
40	52,0	69,3	17,8	170	208	550	26,5	523,5		
50	51,6	69,7	17,1	170	206	560	26,5	533,5	38,6	41,0
60	51,4	70,2	18,8	170	226	595	26,5	568,0	39,9	41,3
70	51,0	70,3	19,3	170	232	610	26,5	583,0		
80	51,0	71,3	20,3	170	244	640	26,5	613,5	39,9	41,3
90	50,0	71,4	21,4	170	258	655	26,5	628,5		
100	48,8	72	23,2	170	280	695	26,5	668,0	41,8	41,4

Modulation in %	t ₁ in °C	t ₂ in °C	Δt in °C	P _{HF} in kW	HF-Anoden-Leistung				P _{HF} in kW	NF-Anoden-Leistung	P _{NF} in kW	Anoden-Verlustleistung			
					I ₁ in Amp.	I ₂ in Amp.	I ₃ in Amp.	I ₄ in Amp.		I ₁ in Amp.	I ₂ in Amp.	E in kV			
0	52	68	16,0	200	6,7	5,9	6,0	5,1	11,0	278	1,5	1,3	19,0	53	$278 + 53 - 200 = 131 \text{ kW}$
50	51	68,5	17,5	212	6,6	5,9	6,0	6,4	11,0	272	3,1	3,4	19,0	120	$272 + 120 - 212 = 180 \text{ kW}$
100	49	71,5	22,5	270	6,7	6,0	6,0	6,5	11,0	272	6,2	6,6	19,0	244	$272 + 244 - 270 = 246 \text{ kW}$

9. Parasitäre Schwingungen

Zur Feststellung, ob der Sender stabil ist, wurde der Oszillator bei vollbelastetem Sender und 100%iger Modulation mehrmals ein- und ausgeschaltet. Irgendwelche Eigenschwingungen konnten nicht festgestellt werden.

10. Konzentrische HF-Rohrleitungen

Zur Speisung des Antennenturmes Blosenberg, der 1365 m vom Sendegebäude entfernt steht, wurde im Jahre 1937 ein HF-Kabel mit einem Wellenwiderstand von 62Ω verlegt. Leider hat das Kabel die gestellten Forderungen nicht voll erfüllt, da die Hoch-

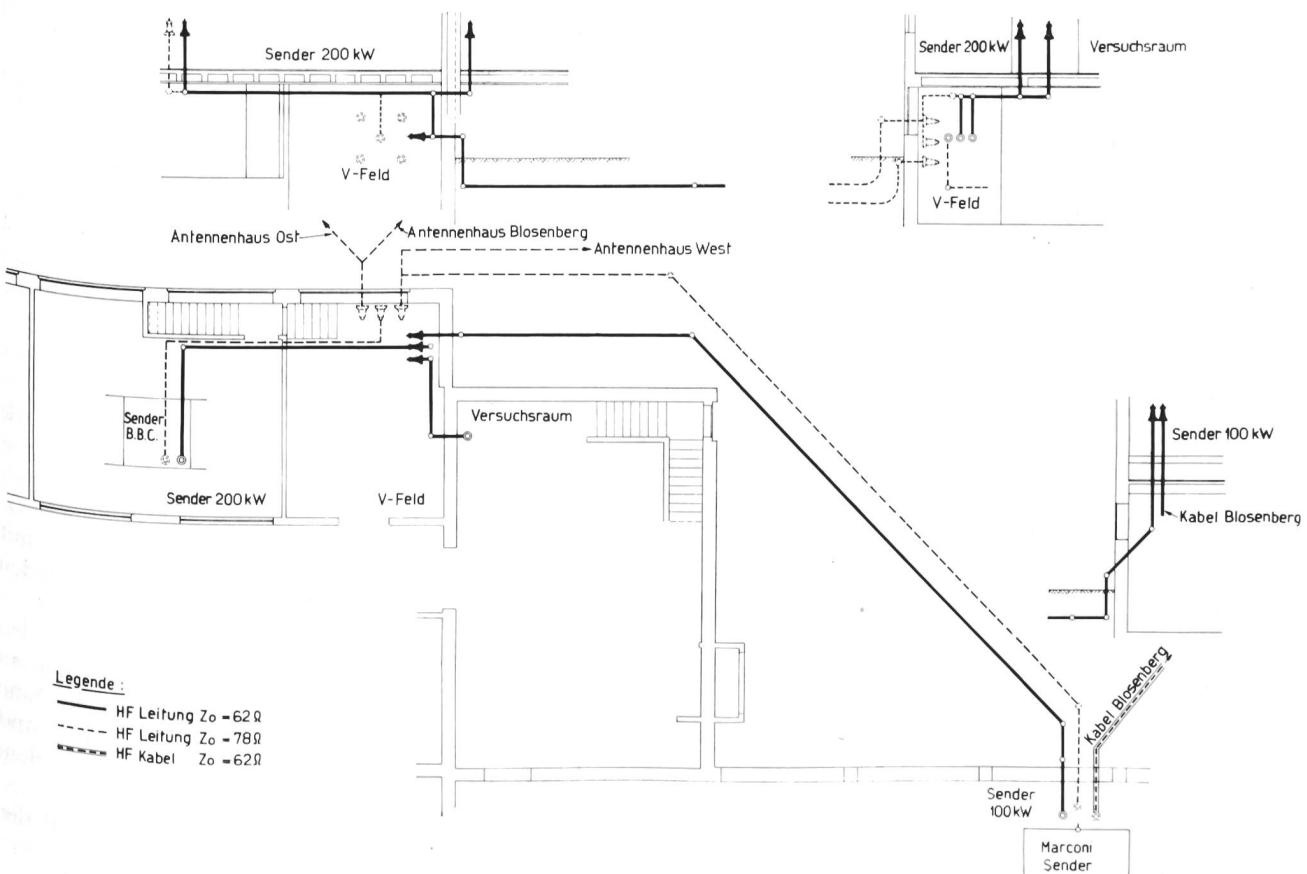


Fig. 7. Schema über die Führung der HF-Rohrleitungen

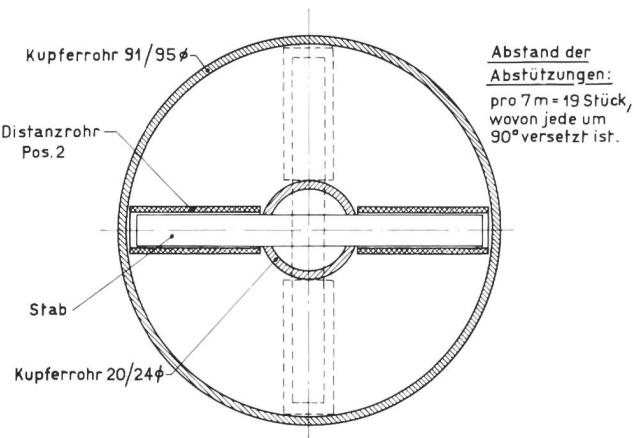


Fig. 8. Querschnitt durch die HF-Rohrleitung

frequenzverluste vom Sender bis zum Speisepunkt der Antenne zu gross waren.

Der östliche, 125 m hohe Antennenturm des alten T-Systems ist heute selbst zur Hilfsantenne umgewandelt und wird durch eine 600-Ohm-Zweidrahtleitung gespiesen.

Um die im Sender erzeugte HF-Leistung mit möglichst geringen Verlusten den Antennentürmen zuzuführen, wird das bestehende HF-Kabel und die 600-Ohm-Leitung, gleichzeitig mit der Wellenände-

Durchmesser von 95/91 mm, das innere von 24/20 mm auf. Die Isolation wird durch Isolierstäbchen hergestellt.

Um Störungen durch Wärmeeinwirkungen auszuschalten, sind ungefähr alle 35 m Dehnungsmuffen in die Rohrleitung eingebaut (siehe Fig. 9).

Nach der Inbetriebnahme dieser HF-Rohrleitungen sind alle projektierten Arbeiten vollendet, so dass die durch den Vertrag von Kopenhagen festgelegte Antennenleistung von 150 kW ab 15. März 1950 ausgestrahlt werden kann.

Da die Antennentürme und die HF-Rohrleitungen öfters durch HF-Überspannungen und Blitzeinschläge gefährdet sind, wurden im Sender Relais eingebaut, welche die Gitterrelais der Mutatoren sperren, so dass der Lichtbogen gefahrlos gelöscht wird.

Zur Erreichung grösster Betriebssicherheit in den HF-Sende anlagen ist die Verwendung von elektrisch einwandfreiem Material grundlegend. Den Prüfungen mit HF-Spannungen und -Strömen ist deshalb grösste Wichtigkeit beizumessen. Im Landessender Bero- münster ist eine Prüfanlage eingebaut, die erlaubt, das von der Industrie gelieferte Material, wie Konden satoren, Isolatoren und Spulen, auf seine HF- Spannungsfestigkeit zu prüfen.

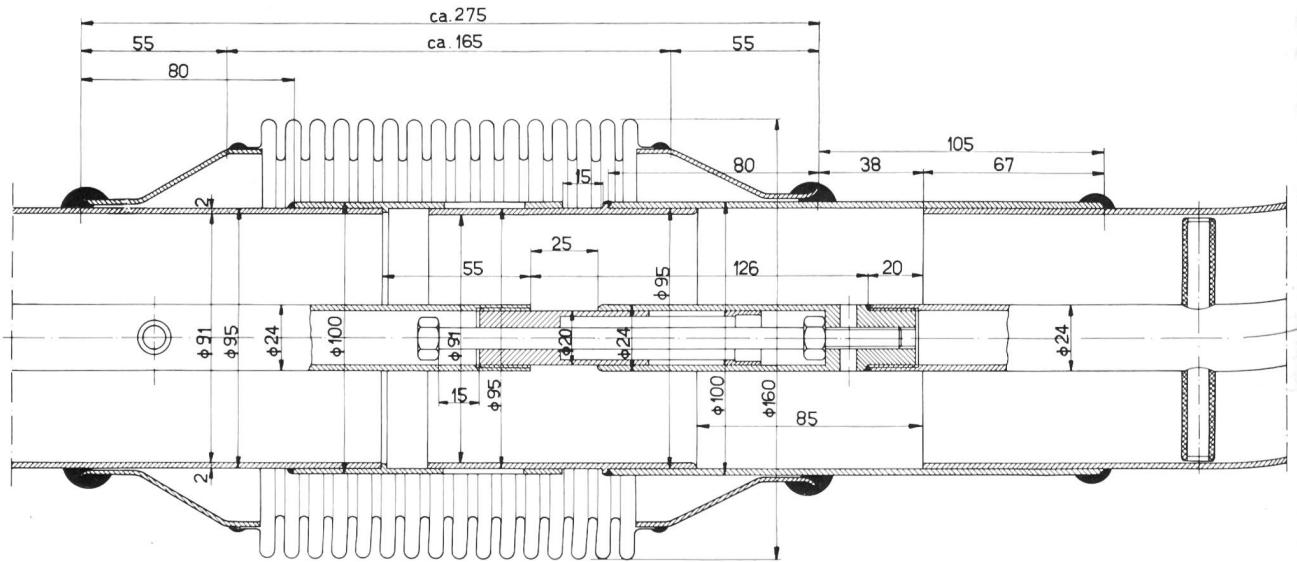


Fig. 9. Ausdehnungsmuffe in der HF-Rohrleitung

rung, am 15. März 1950 durch eine neue HF-Rohrleitung ersetzt werden. Durch die Verminderung der Übertragungsverluste und die Erhöhung der Sendeleistung wird die Feldstärke um ungefähr 40% vergrössert.

Aus Figur 7 ist die Verteilung der HF-Leitungen im Sendegebäude ersichtlich. Mit dieser Anordnung ist die Forderung der grösstmöglichen Betriebs- sicherheit erfüllt. Es ist möglich, jeden Sender auf einen der drei Antennentürme zu schalten.

Figur 8 zeigt uns einen Querschnitt durch die HF-Rohrleitung. Das äussere Rohr weist einen

Eine gut ausgerüstete Werkstätte gestattet mit den vorhandenen Maschinen alle vorkommenden mechanischen Arbeiten selbst auszuführen.

Den bauleitenden Architekten ist es gelungen, den neuen Teil mit dem alten, bestehenden Gebäude zu einem harmonischen Ganzen zusammenzufügen. Eine einfache Parkanlage mit Bäumen, Sträuchern und Rasenplätzen umgibt das Gebäude und verleiht dem Ganzen ein gefälliges Aussehen.

Mit der neuen Anlage in Beromünster verfügt der schweizerische Rundspruch über einen Sender, der das Modernste auf diesem Gebiete darstellt.